

大型乙烯压缩机组润滑油站油箱刚度应力分析

师恩启 王玉玺 王洋 (沈阳鼓风机集团压力容器有限公司, 辽宁 沈阳 110869)

摘要: 针对目前个别大型压缩机装置中润滑油站油箱现场发生变形, 用户现场体验差等背景因素, 结合传统油箱壁板强度计算以及应力分析等手段, 在改善用户现场体验、满足油箱强度和刚度需求的前提下, 合理设计油箱部件, 保证公司的成本控制。

关键词: 大乙烯; 压缩机; 润滑油系统; 润滑油站; 油箱; 应力分析

1 项目背景

当今, 世界科技与经济飞速发展, 国内业主纷纷上马大乙烯项目, 这些大乙烯项目有一个明显的特点就是设备的巨型化、内压缩、气液并产、高自动化、高可靠、低能耗、长周期等。而乙烯大三机(乙烯、丙烯、裂解气机组)可以称为是整套装置中的最为重要的核心流程动设备。该装置其流程和结构设计的先进性、可靠性和可操作性直接影响到装置的整体稳定运行, 随之而来的就是润滑油站的设计供油能力也在相应的提高, 如何保证油箱整体强度变得特别重要起来, 本项目的背景就在这里, 本课题试图找到一种既满足项目性能要求、强度要求又满足成本或者经济性的平衡点, 即在满足机组要求、有效的控制成本的前提下合理选择油箱各部件的壁厚。

目前阶段, 我集团成套润滑油站的公称容积大体可以分为 4000L-45000L 及以上。至于多大容积的油箱使用多大厚度的壁板等, 一直以来都没有一个清晰的理论依据或者应力分析结果作为支撑, 属于是一路走、一路回头看的摸索现状。其结果就是在油箱壁厚的使用上经常产生意想不到的问题, 经常会出现一些比较临时突发的状况, 比如 2017 年惠州炼化大乙烯项目现场油站油箱变形严重等问题就是其中一个例子, 该裂解气机组配备润滑油站在业主项目现场充油试运行期间, 油箱侧板出现明显可见的向外凸出的现象, 俗称油箱侧板鼓包, 经过现场实际测量, 最大变形 23.8mm, 最终沈鼓集团容器公司重新投产了一个壁厚为 8mm 的新油箱, 24h 盛满水进行盛水试验实际测量最大变形量控制在 13.5mm 之内, 发货到业主现场实地照配开孔对原薄壁油箱进行替换, 期间既耽误了业主的生产、安装、运行、投产周期又对沈鼓自己产品在业界口碑造成了负面的影响, 另外还给沈鼓集团造成了一定额度的经济损失。

基于以上原因, 沈鼓集团油站设计部门着手进行广泛的理论计算、应力分析以及实际产品的运行验证, 为了加强润滑油箱整体强度与刚度, 不仅对油箱侧板、底板、盖板厚度进行了修正, 同时也改进了油箱部件的结构以及布局。以上措施在 2017-2020 年这四年以来从实际运行验证结果、项目现场实际使用情况巡查以及来自集团客服、业主反馈、后期走访来看, 我们已经成功摸索出了一套保证产品功能性油箱壁厚对照表。

2 项目亮点

设计部门利用 ANSYS 力学分析软件建立 FEA 实体模型图 zz 建立位移约束条件等检测油箱部件及整体载荷分布, 在油箱空置(不盛水)以及盛满水的情况下 24h 后的各个部件变形量, 结合油箱部件位移云图来确定油箱部件

厚度等, 为后期设计工作中的合理应用提供了强有力的理论支撑, 该项目的结论在行业内理论分析及应用方面属于填补空白性的创新之做, 具有指导性与标杆性地位。

3 项目内容

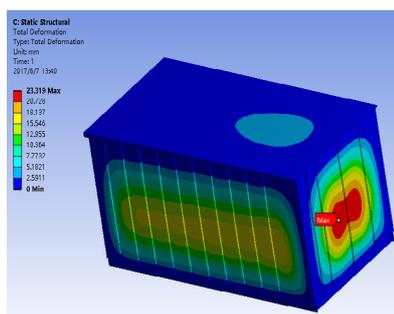


图 1 旧油箱充油最大位移云图

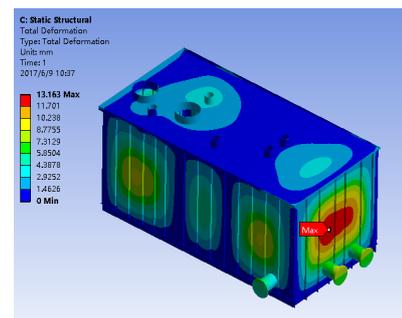


图 2 新油箱充油最大位移云图

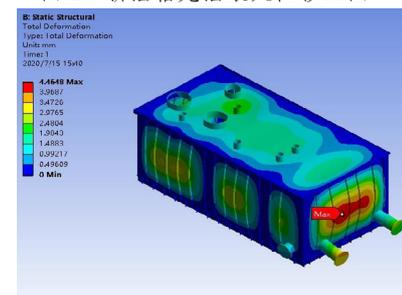


图 3 新油箱(壁厚 10mm)充水最大位移云图

本验证分析以惠州炼化大乙烯项目裂解气机组润滑油站产生变形的旧油箱以及采取加强措施验证的新油箱为样本, 我们进行了详细的应力建模、分析, 大概结论如下:

①产生变形的旧油箱充油到最高油位状态下应力分析, 此时最大位移发生在短侧板中部(油泵吸入端), 最大理论位移量为 23.32mm, 如图 1 所示。对照以上分析结论(最大变形 23.3mm)与旧油箱实地测量(最大变形 23.8mm)结果, 以上建模程序及结论是真实可靠的;

②增加改进措施的新油箱。基于以上模型, 我们又验证了改进后的新油箱(增加壁厚、增加内腔、隔板加厚、顶盖加拉筋等), 得到以下结论: 充(下转第 180 页)

前排气阀, 关闭 LV07011 前截止阀, 关闭抽气器冷却器冷凝液回收阀; 打开 LV07011 调节阀前导淋和抽气器冷却器冷凝液回收截止阀前导淋排水交出。

4 主射汽抽气器的投用

①缓慢打开 07P001A 原出口截止阀对管线进行充水, 期间关闭主抽气器冷却器冷凝液回收截止阀前导淋, 关闭 LV07011 调节阀前导淋, 打开 07U001 冷却器顶部排气阀进行排气, 结束后关闭排气阀, 对管线进行充压, 检修部位没有泄漏以后, 缓慢全开 07P001A 出口截止阀;

②确认 07P001A 出口截止阀全开, 当泵运转稳定以后, 打开 LV07011 前截止阀, 通知出口严密监视液位变化, LV07011 投自动, 现场缓慢关 LV07011 后 3 寸导淋阀。随着液位的升高, LV07011 调节阀自动打开, 直至 3 寸导淋闸阀全关, 将冷凝液流程打通;

③ 07P001A 主流程打通以后, 现场投用 07U001 的四个喷射器: 投用时先开蒸汽阀, 后开空气阀; 先投 07U001 二抽, 后投一抽, 并注意 P01010 变化; 抽气器投用后, 打开抽气冷却器冷凝液回收阀, 防止换热器壳程积液使喷射泵失效;

④ 07U001 上四个喷射器投用以后, 如果真空恢复至正常, 可缓慢停用开工抽气器, 投用真空大气安全阀密封水截止阀。07P001B 充压、排气, 按照规程进行备用后启动, 当泵运转稳定后, 停 07P001A 并交出。拆除临时管线, 然后对 07P001A 进行备泵。整个操作完成。

5 凝汽系统改进措施

本次抽气冷却器共发现 5 根漏管, 漏管的原因是换热管在 30 多年运行中外管壁受到到蒸汽流的冲击腐蚀, 内壁受到冷却水的冲击, 管壁不断减薄进而造成管壁穿透, 经过测厚发现大多冷却管都存在不同减薄现象。针对凝汽系统 07U001 没有旁路和主抽气器冷却器冷却管都存在不同程度的减薄的现状, 在后来的大修期间, 我们采取了以下改进措施。

5.1 为 07U001 加旁路

在大修停车期间为 07U001 旁路: 在送大气安全阀管线后和 LV07011 前截止阀后加一条 3 寸不锈钢管线和一个 (上接第 178 页) 油到最高油位状态下应力分析, 此时整个油箱的最大位移发生在短侧板中部, 最大位移量为 13.16 mm, 其中长侧板的最大位移量为 10.24 mm 左右, 如图 2 所示。对照以上分析结论 (改进后的新油箱最大变形 13.16mm) 与旧油箱实地测量 (最大变形 23.8mm) 结果以及变形云图趋势来看, 经过改进措施后的新油箱理论变形量与现场实际的原油箱变形量相比已经有了明显改善, 改进措施的效果还是非常明显、有效的, 可以满足现场机组正常运行要求的;

③接下来, 为了保证以后类似大容积油箱的整体刚度, 我们继续验证油箱壁板加厚到 10mm 后的应力分析结果, 充油到最高油位状态下应力分析此时整个油箱的最大位移发生在短侧板中部, 最大位移量为 4.46mm, 其中长侧板的最大位移量为 2.98mm 左右, 如图 3 所示。对比以上结论: 类似油箱外形尺寸不变的前提下, 壁厚 6mm 时最大变形量 23.8mm; 壁厚 8mm 时最大变形量 13.16mm (可

3 寸截止阀 (图 2 中 2 阀); 在 07U001 前加一 3 寸闸阀 (图 2 中 1 阀)。当 07U001 出现故障时候, 只需要交替开后加截止阀, 关后加的闸阀, 至截止阀全开, 闸阀全关, 然后再关 LV07011 前截止阀 (图 2 中 3 阀), 即可将 07U001 切出去。

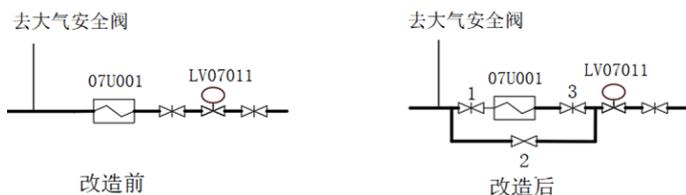


图 2 凝汽系统管线改造图

5.2 每次大修后对冷却器换热管进行测厚和开车前充压查漏, 并做好换管的准备

每次停车大修期间要做冷却器的测厚和充压查漏工作, 以掌握抽气冷却器冷却管的运行情况。其次制定冷却器换热管换管的检修方案, 当发现管壁壁厚均减到一定程度或漏管数达到总管的 10% 时, 完成所有铜管更换。

6 结语

通过凝汽系统管线临时改造完成了 07U001 的在线交出和投用, 避免了停车检修, 为合成氨厂节省了大量资金 (合成氨厂停车一次会造成上百万损失)。后期通过凝汽系统管线的改造, 简化了抽气器故障 07U001 切出检修的步骤; 并制定了换热器铜管更换方案, 为下一步工作指明了方向。

参考文献:

- [1] 张明智, 林湖, 姚艳秋, 等. 凝汽器真空度下降的分析与处理 [J]. 电力科学与工程, 2003(01):52.
- [2] 贺志远. 600MW 汽轮机组凝汽系统的分析研究 [J]. 机械管理开发, 2019(4):131-132.
- [3] 薛令光. 射汽抽气器蒸汽的选择对煤化工装置运行的影响 [J]. 化肥工业, 2017(05):41-42.
- [4] 康松, 杨建明. 胥建群. 汽轮机原理 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2000:113-133.
- [5] 任晓东, 林芝. 射汽抽气器腐蚀原因分析与处理 [J]. 内燃机与配件, 2018(19):95-96.

以满足机组运行要求); 壁厚增大到 10mm 时最大变形量 4.46mm, 在整体刚度上的表现更为优秀。

4 项目成效

基于以上应力分析结论, 我们又分析并推广到公司比较常见的公称容积规格为 4000L-45000L 范围内润滑油站油箱的壁厚制定工作, 我们制定了油箱容积与壁板厚度的对照表, 这样既能保证机组油箱的整体刚度满足业主要求, 又能最大限度的防止壁厚盲目加大造成的成本上升, 项目执行至今, 在油箱整体刚度方面的表现上做到了让用户、设计院、集团等各方面满意的结果, 从而极大提升了沈鼓集团的产品品质, 极大提高容器公司的市场竞争力。

参考文献:

- [1] API 614-2008. 润滑、轴密封和控制油系统及辅助设备 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [2] 王占荣, 陈研, 王宏. 油站及油站中各组部件的用途 [J]. 风机技术, 2008(6):66-69.